ВВЕДЕНИЕ

Сейчас о 3D-принтерах и 3D- печати не говорят только те, кто ещё не научился говорить - то есть дети до 3х-летнего возраста. В основном же об этом говорят как раз ленивые и зачастую не понимающие люди. В газетах, журналах, на телевидении и, особенно, в интернете количество самой разной информации растет стремительно и в геометрической прогрессии. Большая часть этой информации представляет из себя «жаренные» факты, непроверенные и недостоверные. Под терминами «3D- принтер» и «3D- печать», которые используются в СМИ, скрываются самые разные понятия, зачастую противоречащие друг другу. Подобное произошло и в области обычной теперь листовой (2х-мерной) печати, когда в жизнь вошёл копировальный аппарат. У нас в стране все, кто пользуется копировальным аппаратом, говорят «отксерить документ», хотя правильно этот процесс называется электрография, а XEROX- название фирмы, впервые выпустившей такие аппараты. Кстати, в Японии вместо термина «отксерить», говорят «рикопировать», потому что фирма RICOH у них там главнее, чем XEROX. Поэтому я тоже буду в дальнейшем использовать эти термины для сокращения используемых понятий, всё- таки эта книга предназначена для ознакомления с вопросами 3D- печати людей, пока ещё недостаточно знакомых с данной темой. И так, попробуем разобраться, что же такое 3D- печать и 3D-принтер вообще, и проект RepRap в частности.

Термин «3D- печать» является частью понятия «быстрое прототипирование», которое, по определению, подразумевает быстрое изготовление (быстрее, чем традиционными способами) , какого – либо продукта. Если разговор идет о создании какого- либо материального предмета, то сделать его можно двумя способами:

1. Отрезать от заготовки всё лишнее (субтрактивная технология). Это все возможные ЧПУ станки, резаки, фрезеры, пенорезки, плоттеры и т.д.
2. Добавить недостающее (аддитивная технология).

Под 3D-принтером понимается устройство, использующее аддитивную технологию создания предмета. Сегодня существует масса аддитивных технологий, применяемых при работе с самыми различными материалами, и буквально каждую неделю появляются новые решения. Появляется возможность печатать быстрее, качественнее, получать уже окрашенные изделия, готовые подвижные механизмы, в которых сразу сформированы электрические цепи… Короче, такой способ создания предметов ограничен только фантазией создателя и дальнейшим развитием этой технологии.

Почему технология 3D- печати у всех на слуху, а о 3D-принтерах мы слышим всё чаще и чаще? Здесь не обошлось без возникновения проекта RepRap. Чтобы понять суть и идеологию этого проекта не удастся обойтись без некоторых исторических и философских предпосылок для его возникновения.

Из школьной программы мы знаем, что человек произошел от обезьяны. (Чарльз Дарвин. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь).

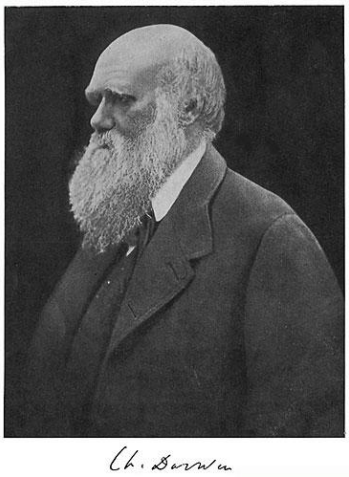

Рис.1-1

КОПИЦЕНТР78.РФ

В работе «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека» Фридрих Энгельс показал, как труд привел к появлению человека разумного, а Карл Маркс в « Капитале» - как совершенствование орудий труда влияет на развитие и изменение общественных отношений.

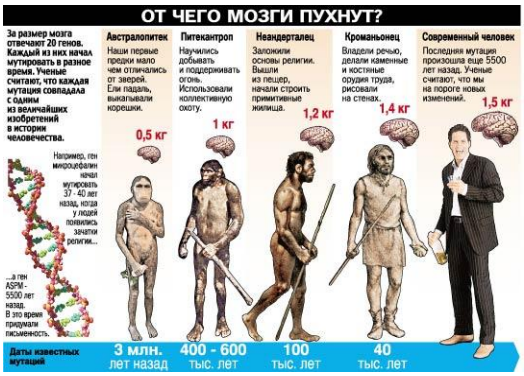

Рис.1-2

Сейчас об этих работах и теориях стараются не вспоминать, но именно они лежат в основе идеологии открытого программного и аппаратного обеспечения, частью которого и является проект RepRap.

Из этих работ следует, что 3D-принтер это – ОРУДИЕ ТРУДА, с помощью которого ЧЕЛОВЕК РАЗУМНЫЙ создает ПОЛЬЗУ!

Естественно, что во все времена всегда находились желающие присвоить эту полученную пользу себе. От того, в какой форме происходило это присвоение, зависел и строй этого самого общества – первобытно - общинный, рабовладельческий, феодальный, капиталистический…

Способы этого присвоения тоже могут быть разными, от прямого грабежа (красиво – рэкет) до обмена труда на красивые бумажки, которые при их недостатке можно напечатать в неограниченном количестве. (Кстати, Остап Бендер знал 400 способов сравнительно честного отъема денег). Поскольку знания тоже являются полезными, то и на них самые хитрые стараются заработать, присваивая себе право давать доступ к этим знаниям за деньги. Такое положение не понравилось весьма умным людям с иным, чем у власть имущих мнением, то именно они и создали движение по созданию открытого программного и аппаратного обеспечения. Основателем этого движения стал Ричард Столлман, сотрудник лаборатории искусственного интеллекта MIT, США.

Рис.1-3

КОПИЦЕНТР.РФ

Чтобы защитить свои интересы, производители компьютеров и программного обеспечения используют лицензии — вид договора между обладателем авторских прав и пользователем (покупателем) программного обеспечения. Подобные договоры заключались и с университетами: например, университету передавались исходные тексты программ и право их изменять, но запрещалось распространять их за пределами университета. Подобные ограничения означали, что тексты соответствующих программ не могли открыто обсуждаться в сообществе, то есть не существовали для научной разработки. Были у компьютеров и программного обеспечения покупатели и вне академической среды — например, банки. Таким пользователям не столь важно получить исходные тексты программ, они заинтересованы в программном обеспечении как в законченном продукте и готовы платить деньги за надёжные и удобные программы.
Однако, компьютеры развивались очень быстро, и бывшие вполне современными в 1970-е PDP-10 к началу 1980-х уже устарели и значительно отставали по производительности от более современных машин. Однако, ни для одной из новых архитектур уже не было операционной системы и прочего программного обеспечения, разработанного исключительно в академической среде и по её правилам. Теперь университеты должны были покупать новые компьютеры с новым программным обеспечением и выполнять условия лицензии, ограничивающей их права на разработку и распространение ПО. Иначе говоря, ограничивающей возможность научной модели разработки и распространения модификаций, стали принадлежащим кому-то патентованным продуктом.
В это время в лаборатории искусственного интеллекта MIT разрабатывались так называемые LISP-машины, умевшие на аппаратном уровне интерпретировать язык программирования, похожий на LISP — развитый и перспективный язык программирования. На LISP же была написана операционная система для таких машин и всё программное обеспечение для них. В начале 1980-х годов некоторые сотрудники лаборатории искусственного интеллекта выкупили у MIT права на LISP-машины и математическую систему Macsyma и основали собственные коммерческие компании для дальнейшей разработки в этой области. Очень многие сотрудники лаборатории перешли работать в эти компании, после чего все их дальнейшие разработки уже становились закрытыми для научного сообщества. Новые LISP-машины распространялись с лицензиями, запрещающими пользователям модифицировать и распространять исходные тексты программ. распространять исходные тексты программ. Программы, которые раньше для сотрудников MIT были аналогом научных публикаций, стали принадлежащим кому-то патентованным продуктом.
Одному из сотрудников, оставшихся в лаборатории искусственного интеллекта MIT, Ричарду Столлману, такое положение дел казалось недопустимым нарушением открытого научного процесса разработки программного обеспечения. Он в одиночку пытался в рамках прежней академической модели развивать LISP- машины и открыто реализовывать изменения, аналогичные сделанным в рамках закрытой коммерческой разработки, чтобы LISP-машины MIT могли конкурировать с патентованными аналогами. Конечно, эта попытка угнаться за активной разработкой целой компании была обречена на неудачу.
Тогда в поисках единомышленников Ричард Столлман создаёт некоммерческую организацию «Фонд свободного программного обеспечения». Своей основной целью Фонд ставит сохранение программного обеспечения, процесс разработки которого всегда будет гарантированно открытым, а исходные тексты всегда доступны. Более масштабная цель Фонда — разработка операционной системы целиком состоящей из открыто разрабатываемого программного обеспечения. Декларируя такую цель, Столлман, фактически, хотел вернуть представлявшееся ему идеальным состояние, когда в MIT работали в собственной операционной системе для PDP-10. Операционная система, разрабатываемая в рамках Фонда, должна была стать совместимой с операционной системой UNIX. К началу 1980-х UNIX очень широко использовался, в том числе и в академической среде. Для этой операционной системы существовало много программ, свободно распространявшихся в научном сообществе, поэтому хотелось, чтобы эти программы работали и в новой — свободной — операционной системе. Эта будущая операционная система получила название GNU.
Далее, на этих же принципах сформировалось движение открытого аппаратного обеспечения. Открытое аппаратное обеспечение (или свободное аппаратное обеспечение) — компьютерное и электронное аппаратное обеспечение, разработанное в том же стиле, что свободное и открытое

копицентр78.рф

программное обеспечение. Это часть открытой культуры, которая относит идеи открытого доступа и к иным областям применения (не только ПО). Примером может служить проект Simputer (англ.). Часть движения разработки открытого аппаратного обеспечения взяла начало в 2002 году после обращения Кофи Аннана к компаниям Кремниевой долины. Так как сущность аппаратного обеспечения отличается от программного, и так как концепция открытого аппаратного обеспечения — относительно новая, то не было сформулировано точное определение этого явления. Так как копирование аппаратного обеспечения связано с денежными затратами, то ни одно определение открытого ПО не может применяться к аппаратуре без модификации.

Возникновение этих движений послужило предпосылкой для формирования проекта RepRap.

Идеологом и основателем этого проекта выступил в 2005 году доктор Адриан Боуер (англ. *Adrian Bowyer*), преподаватель машиностроения в университете Бата в Великобритании. Это выступление можно рассматривать как манифест движения RepRap.

Рис.1-4

Это перевод выступления Адриана Бойера о проекте RepRap на седьмой конференции по быстрой разработке прототипов и их производства в Центре быстрого проектирования и производства в High Wycombe в июне 2006 года.
Адриан Бойер (http://staff.bath.ac.uk/ensab). Центр биомиметических и природных (http://www.bath.ac.uk/Departments/Eng/biomimetics)
технологий, Инженерно-механический (http://www.bath.ac.uk/Departments/Eng) факультет, Университет (http://www.bath.ac.uk/) Бата, Великобритания.
Два наиболее важных явления в биологии - это саморепликация и самовоспроизведение, и многие организмы, такие, как бактерии, и вы, и я — способны сделать это. Если в процессе участвует группа из двух индивидуумов, то это тем более важно, потому что это является самовоспроизведением, и при этом закон эволюции Дарвина работает.
Действительно, простейшим организмам — вирусам просто организовать собственную репликацию; они должны захватить один из многих самостоятельно самовоспроизводящихся организмов, чтобы использовать их ресурсы для самовоспроизводства.
Симбиоз является меньшим, но не менее важным, биологическим явлением. Возможно, самый известный пример симбиоза является симбиоз между насекомыми и цветущими растениями, которые развивались в конце юрского периода около 140 млн. лет назад. В цветок растения садились насекомые, чтобы взять нектар, и при этом передать пыльцу в отдаленные растения; насекомые получали еду, а растения - возможность к самовоспроизведению. Другим примером является созданное человеком сельское хозяйство, которое, хотя иногда рассматривается как

вариант преобразованной охоты и собирательства, пожалуй, лучше рассматривать как совокупность симбиозов между нами и нашими видами продуктов питания. Наиболее успешным эволюционно из всех птиц будет пример домашней курицы; положение, которое она занимает исключительно из-за её симбиоза с самым мощным организмом, который когда-либо жил (человеком).

Какое все это имеет отношение к технике?

В 1950 Джон фон Нейман придумал теоретическую модель, которую он назвал универсальный конструктор. Универсальный конструктор - это компьютер, связанный с производственным роботом, и имеющий достаточно большую изысканность в аппаратном и программном обеспечении, чтобы иметь возможность сделать копию самого себя. Фон Нейман был заинтересован в математических и вычислительных аспектах такой машины, но он дал ему имя. Он сделал это, потому что понял, что, в конечном счете, Универсальный конструктор может изготовить все, что физически возможно. Кроме того, связь между такой машиной и биологической клеткой очевидна, клетки являются универсальными конструкторами.

Было большое количество успешных попыток сделать универсальные конструкторы, как в моделировании, (см, например, Песавенто и в аппаратных средствах (см, например, Зыков и др.]). Эти эксперименты представляют значительный интерес, но физические универсальные конструкторы, которые были построены, ограничены требованием использования сложных строительных блоков, необходимых в их мире, прежде чем они могут самостоятельно их воспроизвести. Это не обман; В конце концов, вам нужно иметь запас аминокислот и полисахаридов, который будет доступен в вашем мире, прежде чем вы можете получить способность к самовоспроизведению.

Большая часть проблем при создании универсального конструктора происходит из необходимости того, чтобы он был в состоянии самостоятельно создать свои детали, а также к самовоспроизведению (самосборке).

Но допускаю, что мы должны были бы последовать примеру вирусов и сделать универсальный конструктор, который не имел бы самостоятельной способности к самовоспроизведению, и что следует оставить проблему сборки другому репликатору. Предположим, для определенности, что мы должны были бы сделать универсальный конструктор, который может производить его составные части, но оставить их сборку людям.

Если универсальный конструктор даст этим людям что-то полезное, в свою очередь, то результатом будет симбиоз двух составляющих, как, например, между цветами и насекомыми. В частности, если этот универсальный конструктор может сделать другие промышленные товары, то это будет представлять собой вознаграждение за помощь в его воспроизведении. Универсальный конструктор будет цветком, товары будут нектаром, а люди будут брать на себя роль насекомых.

Существует смысл в том, что хорошо оборудованный цех по производству является почти универсальным конструктором — можно сделать многие из станков, которые есть в нем. Беда в том, что чем лучше оборудован цех, тем легче сделать какую-то одну деталь, но большее количество и разнообразие предметов, которые должны быть сделаны, становится проблемой.

Это, конечно, верно, что человек с инженерной точки зрения может рассматриваться как единое целое и является универсальным конструктором; он самовоспроизводится без какой-либо внешней помощи.

Но, в то время как логическая идея закрытой неделимой самовоспроизводящейся системы, как идеи уникальности или беременности (не может быть немного либо чуть-чуть), считается с точки зрения элегантности самой привлекательной, то биологическая клетка более совершенна, чем человеческая инженерия, которая, в свою очередь, более совершенна, чем закрытые семинары для специалистов. Что нужно для элегантной и практической схемы универсального конструктора - одна машина, производящая свои детали. В 1974 году Дэвид Джонс, пророчески пишущий под псевдонимом Дедал в New Scientist рассказал, как можно выборочно фотополимеризовать жидкий мономер в емкости с помощью лазера для изготовления трехмерного объекта под непосредственным управлением компьютера]. Его статья была задумана как шутка.

Патент Вин Келли Свенсон для той же идеи впоследствии был опубликован в 1977 году, хотя он подал его в 1971 г. Это было началом практического применения производства трехмерных деталей под управлением компьютера — быстрого прототипирования.

КопиЦентр78.рф

Быстрое прототипирование имеет много преимуществ, но из требований для создания универсального конструктора одно выделяется больше всех: тот факт, что простые компьютерные программы это все, что нужно, чтобы устройство работало. Самая большая, и до сих пор полностью не решенная, проблема традиционного субтрактивного производства является автоматизация планирования движения инструмента без столкновений. Такого планирования не требуется для быстрого создания прототипов по аддитивной технологии.
Так же Jones и многими другими (Swainson) были разработаны множество иных методов быстрого прототипирования.
Тремя наиболее значимыми являются; селективное лазерное спекание (SLS), моделирование осаждением нити (FDM), и процесс порошок / струйный клей MIT. Машину быстрого прототипирования, которая может сделать большинство своих составных частей, очевидно, будет легче спроектировать, если человек будет избегать таких вещей, как мощные лазеры; имея машину сделать лазер с нуля было бы трудно.
Более того, струйную печатающую головку (хотя это дешевле) не менее трудно сделать, так как они связаны с применением микротехнологий, и поэтому машина на их основе вряд ли (в среднесрочной перспективе), будет иметь возможность освободить себя от этой покупной части.
Понятно, что из преобладающих технологий, остается только FDM. Для FDM просто нужно иметь сопло 0,5 мм в диаметре, нагреватель, и узел принудительной подачи полимера.
Когда я начал проект, который этот документ описывает, я решил использовать FDM именно по этим причинам. Проект заключается в создании проекта устройства быстрого прототипирования FDM для тиражирования его деталей, или RepRap, за короткий период времени.
Есть по существу три части в любой машине быстрого прототипирования:
Одно или более устройство для экструзии рабочих материалов или пишущих голов, Декартов робот, и программное обеспечение для управления ими.
Я решил раньше, что на первом этапе я не не стану тратить труда на выпендрёж, чтобы иметь машину, способную делать простые, дешевые, и вездесущие части такие, как винты и электродвигатели. Как вы увидите в следующем разделе, они должны стать технологичными для изготовления на этой машине через естественный процесс развития, в ходе времени, но для первой машины это приемлемо, чтобы купить такие детали (по аналогии с аминокислотами и полисахаридами).
Я также решил, что машина, которая будет собираться, должна быть в состоянии работать как с электрическим изолятором (полимер, предпочтительно), так и с проводниками, чтобы она могла построить свою собственную схему автоматически. Эта схема не включает в себя контакты и датчики — эти части также распространены повсеместно и дешевы, и будут включены в цепь после её изготовления. Технология производства электрической цепи описана в другой работе, и так, что не будет здесь повторяться.
Остается разработать головку, робота, и программное обеспечение.
Выбор полимера для использования в RepRap, как всегда, требует компромиссов: низкая стоимость, низкая температура плавления, и высокая прочность были определяющими факторами. Точка плавления, в частности, была весьма важной характеристикой, чем горячее, тем части получат больше тепла, и тем труднее их становятся изолировать. Было принято решение использовать поликапролактон; он не так прочен, как нейлон при комнатной температуре, но начинает таять при температуре около 60 °C.
Сопло состоит из длинной трубки ПТФЭ, которая изолирует сопло из латуни на конце от остальной части устройства. Сопло нагревают с помощью длинной нихромовой проволоки. Устройство работает при температуре около 120 °C.
Контроллер состоит из ПИК 16F628 для переключения H-моста с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ), чтобы установить скорость и направление вращения двигателя, и для переключения питания транзистора Дарлингтона, чтобы контролировать нагревательный элемент. Температура поддерживается обратной связью к PIC от термистора, прикрепленного к соплу.
Другим решением было дать каждому устройству в целом RepRap машины (например, экструдеру) свой ПИК, чтобы питать всю машину от одного блока питания12v (подразумевая 5V, чтобы использовать фотодатчики), и иметь фотодатчики и внешний контроллер ПК,

копиенто78.рф

объединенные в сеть. В настоящее время ОСТО и ПК расположены на Token Ring, используя свои последовательные интерфейсы, но мы можем изменить это к I2C интерфейс в будущем. Большим преимуществом этих механизмов является то, что только три провода используются для машины: питание, заземление и сигнал. Это также делает конструкции модульными, что позволяет легко добавить новые печатающие головки, например, каждая со своим собственным контроллером. Головки для печати поликапролактоном, проверены и работают; некоторые из них уже были построены RepRap исследователями из других стран.

Для технологии FDM быстрого прототипирования необходимо также использовать материал для поддержки свесов, конечно. Мы намерены использовать глазурь сахарной пасты для этого. Её легко получить, она полностью нетоксична, её легко разбавить в широком диапазоне консистенции, имеет свою форму и (думаю, может быть украшением торта), используется очень просто, и может работать при комнатной температуре. Она также водорастворимая, что делает удаление поддержки от готовой детали очень легким. RepRap команда в процессе разработки использовала моторизованный шприц для нанесения глазури. Он стал второй печатающей головкой.

Декартовый робот, на момент написания, строится Эд Продает, другим членом команды. Робот состоит из рамок, собранных из стальных стержней, скрепленных с помощью уголков. Они также держат ведущие колеса для зубчатого ремня, который перемещает горизонтальную площадку вверх и вниз. Эта платформа выполнена в четырех одинаковых секций, чтобы машина, могла сделать их сама в своем собственном рабочем объеме. Платформа будет являться осью Z машины; оси X и Y будут сделаны, образуя прямоугольник из стержней в верхней части машины.

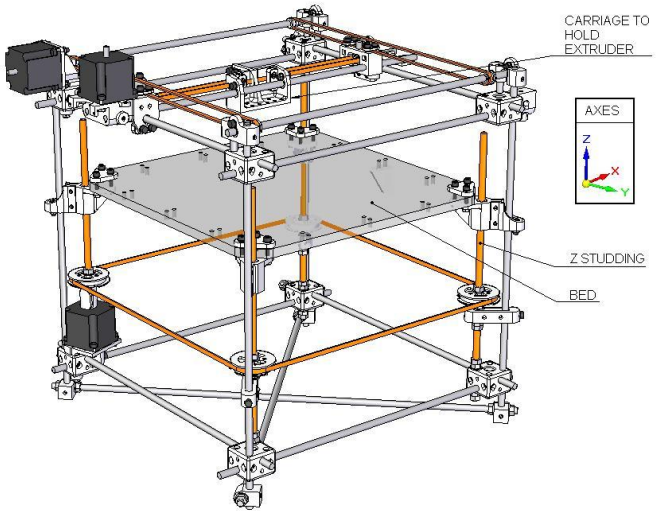

Рис.1-5

Оси будут приводиться в движение от шаговых двигателей. Опять же, каждый шаговый двигатель будет иметь свой собственный ПИК и два драйвера H-моста. Эксперименты показали, что скорость связи достаточна, чтобы синхронизировать трехмерный алгоритм DDA, чтобы управлять всеми осями сразу. 400-шаговые двигатели, дают линейное разрешение 0,1 мм. Они создают достаточный крутящий момент на 12В, но, конечно, одним из самых больших плюсов является то, что практически с нулевым усилием. Это предназначено для парковки нескольких печатных головок для различных материалов вдоль одной верхней кромки, с которой машина будет брать нужную, и менять голову каждый раз, когда это необходимо. Все аппаратные средства RepRap были разработаны так, чтобы они могли быть либо созданы путем быстрого прототипирования, или быть легко доступны и дешевы.

Действительно, большинство из частей, которые не делаются для себя, можно купить в хорошем строительном магазине.

Программное обеспечение для машины делятся на две категории.

Во-первых, для нарезки и заполнения STL файлов, и для отправки команды на самой машине; это будет работать на ПК, и в настоящее время полностью написано на Java, чтобы дать

КОГ. 78.рф

независимость от программной платформы. Второй код низкого уровня, который запрограммирован в OSTO; это пишется в C, который является портативным, а также удобно для развития и при компиляции программы в районе Тихого океана.
Есть также много программ, необходимых для проектирования и разработки. В RepRap исследователи используют программное обеспечение с открытым исходным кодом для этого: Искусство Иллюзии для механического проектирования, Kicad для электроники, SDCC для компилятора C ПИК и Eclipse, в качестве среды Java.
В этом и следующих разделах, я дам некоторое представление о разных вещах, которые могут произойти, если RepRap становится широко используемым проектом. Но я должен начать, подчеркнув, что это вряд ли случится, по одной очень простой причине статистического характера: большинство научно-исследовательских проектов, не приводят ко всемирному изменению продуктов, и это было бы гордостью представить, что RepRap будет отличаться от остальных. Тем не менее, в невероятном случае, если RepRap проект поднимется, то последствия могут быть весьма серьезными.
Давайте начнем с рассмотрения эволюции.
RepRap будет производить мехатронные устройства с помощью полностью обычной (на самом деле простой) техники. Но RepRap действительно часть биологии. Это потому, что он может самовоспроизводятся с симбиотической помощью человека. Все, что может копировать себя сразу и неизбежно становится объектом дарвиновского отбора, но RepRap имеет одно важное отличие от природных организмов: в природе, мутации случайны, и только небольшая их часть являются усовершенствованиями; но в случае с RepRap, каждый мутация является продуктом аналитического мышления своих пользователей. Это означает, что скорость улучшения должна быть очень быстрой, по крайней мере, в начале; это более аналогично селекции — процесс, который мы использовали, чтобы сделать из зубров коров, и пшеницу из дикой травы. На эволюцию можно положиться, чтобы сделать очень хорошие изменения быстро. Эволюция будет также постепенно ликвидировать элементы из списка деталей, которые должны покупаться. Отметим также, что любая старая и не такая хорошая RepRap машина все равно может сделать новую машину по последнему и лучшему проекту.
Хотя первоначально RepRap использует поликапролактон в качестве основного рабочего полимера, он может быть переделан в кратчайшие сроки, чтобы допустить использование полимолочной кислоты. Этот термопласт имеет довольно высокую температуру плавления, большую чем поликапролактон, но имеет то преимущество, что он может быть сделан путем ферментации из крахмала. Это означает, что имеется возможность использовать биомассу (маис, например, или картофель) в качестве исходного материала, для работы в RepRap машине, используя ферментатор, конечно. Таким образом, не только бы машина будет самостоятельно осуществлять тиражирование, но также и изготовление рабочего материала. Она также может заблокировать атмосферную углекислоту в прочных пластмассовых изделиях, хотя, в конечном счете молочная кислота подвержена биологическому разложению.
Карл Маркс и Фридрих Энгельс писали в Манифесте Коммунистической партии : "Положение пролетариата означает, что класс современных наемных рабочих, которые, не имея средств производства самостоятельно, сводится к продаже своей рабочей силы для того, чтобы жить." Этот диагноз по существу правильный; такое положение дел является общим, потому что люди с ресурсами вполне могут легко использовать их, чтобы приобрести больше, но люди не имеющие средств производства, должны попробовать получить их, а это исключительно трудно в любом месте, и большинство из них никогда этого не сделают.
Марксизм затем переходит к мысли, что путь, чтобы исправить эту проблему для пролетариата, состоит в том, чтобы захватить средства производства революцией, которая является хорошим кандидатом на приз худшей идеи для всех времен в истории человечества. Всякий раз, когда эта идея применяется, производятся трупы, и в последние сто лет число жертв от применения этой идеи было еще больше, чем от нацизма. Таким образом, марксистский рецепт, в отличие от своего диагноза, совершенно неправильный. Его прогноз также оказывается неверным — марксизм предсказал, что революция произойдет сначала в наиболее промышленно-развитой стране (Великобритании на тот момент), в то время как на практике марксистские революции, как правило, происходят в странах, переходящих от аграрной экономики в промышленные.

копицентр78.рф

Так что правильные прогнозы Маркса были 33% - не очень хорошо. Но следует держать его правильный диагноз в виду ...
RepRap машина не будет иметь почти никакого значения, если она не будет иметь потенциал, чтобы создать богатство, как никакая другая технология, которая у нас есть. Это кажется удивительным и парадоксальным, но это неизбежное следствие самовоспроизведения. Во-первых, давайте рассмотрим богатство.
Вся текущая технология производства порождает производство товаров в арифметической прогрессии.
Иногда это очень быстро - думаю, литьевая машина делает пластиковые расчески в количестве 10000 штук в час. Предположим далее, что RepRap машина может сделать одну копию себя день, а также только один гребень. После всего лишь 18 дней, машины RepRap будут делать гребней больше, чем литьевой станок, предполагая, люди дают им такую возможность.
Самокопирующиеся машины быстрого прототипирования могут размножаться в геометрической прогрессии, и поэтому можно производить в геометрической прогрессии товары, которые они производят. Никакая технология кроме самокопирования не может это сделать, и экспоненциальный рост производства является самым быстрым, какой математически возможен (который объясняет, почему все живые организмы используют его). По одной машине в день, и через месяц у нас будет машина для каждого мужчины, женщины и ребенка на планете. Конечно, любой экспоненциальный рост должен работать против ресурсных ограничений, и это будет происходить задолго до того, как месяц пройдет ...
Неотъемлемым свойством экспоненциального характера самовоспроизведения RepRap машины является то, что осуществляется очень быстрый рост в материальном богатстве. Но, как я писал выше, это делает сама RepRap машина, и это почти ничего не стоит. Причина проста: если я продам вам одну за € 1000, вы можете использовать её, чтобы сделать копии и продавать их за € 900; люди, которые покупают их, могут продать за € 800, и так далее, вплоть до стоимости сырья. (Целевая цена на сырье для первой версии RepRap составляет € 300, кстати.)
Таким образом, хотя это в интересах всех, чтобы иметь универсальный конструктор, это не в интересах ни одной компании, чтобы сделать и продать один экземпляр, потому что его потом все будут продавать. В конечном счете, RepRap будет иметь тот же эффект на стоимость товаров, которые он производит; это вносит существенную брешь в целом в идею добавленной стоимости, и, следовательно, в сам принцип существования самих денег.
Именно из-за этого, получается так, что RepRap Проект может существовать исключительно на государственных субсидиях и благотворительных взносах от энтузиастов в Интернете.
Соответственно, я решил дать всю машину и все её файлы проекта даром под GNU General Public Licence, как Linux. Это гарантирует, что никто (особенно я) не будет иметь контроля над ним, а также не будет ограничения на распространение этой технологии. Это верное решение, потому что это - морально правильно, и это также единственная стабильная стратегия для распространения проекта.
Широкое распространение RepRap также может снизить расходы на транспортировку. Большинство предметов потребления должно пройти множество отдельных поездок между производством их сырья и окончательного прибытия в дом человека. Но если бы люди были в состоянии начать делать вещи, загрузив
конструкции из сети, чтобы их можно было напечатать на собственной машине быстрого прототипирования, то просто придется транспортировать сырье (и даже это не нужно, если источник биомассы выращивают на месте). Мы также изучаем возможность того, что RepRap машина может иметь свой переработчик отходов, тем самым уменьшая необходимость в транспортировке отходов, а также загрязнение окружающей среды.
Самостоятельная репликация не является новой для человеческого экономики: наша старая технология - сельское хозяйство - полностью основана на Самокопирующихся машинах: животных, растениях и микроорганизмах, которые являются его продукцией. Именно из-за экономических рассуждений, сельское хозяйство получается наиболее эффективным для наиболее бедных людей на Земле; когда цена на материал для создания добавленной стоимости стремится к нулю, затраты на рабочую силу становятся единственным значимым пунктом. Это только из-за торговых ограничений со стороны богатых стран, получается так, что еды всего мира

копицентр78.рф

не хватает для беднейших слоев населения. Эти страны, (как бедные родственники, на что Маркс указывал) имеют большое затруднение получить средства, от участвующих в производстве мировой экономики из-за высокой стоимости капитала на стройке обычного производства. Но если любое лицо или небольшой коллектив может иметь RepRap машину по той же цене, как посудомоечная машина, это положение может измениться, особенно если они смогут растить источник рабочего полимера в качестве урожая.
Таким образом, самокопирование и развитие RepRap машин может позволить начать революцию собственности, пролетариата, и средств производства. Но это будет не грязный и опасный процесс революции, и даже не то, что грязный и опасный промышленный капитализм. Я решил назвать эту экономику дарвиновский марксизм ...
В начале RepRap почти наверняка будет использоваться, чтобы сделать простые товары, такие как расчески, вешалки и пуговицы. С дополнительными компонентами в первой версии RepRap машины будут также в состоянии сделать вещи, такие как цифровые камеры и MP3-плееры. Но, так как эволюция расширяет возможности машины, то и более продвинутые продукты станет возможным изготовить. RepRap вики (доступно из главного сайта проекта на http://reprap.org) имеет страницу, посвященную библиотеке полезных продуктов, которые RepRap машина может сделать, это вклад общественности в целом. Они варьируются от очистителей воды до электростанции с солнечными панелями. Здесь я хотел бы кратко дать еще два примера из моих собственных, чтобы проиллюстрировать, насколько революционной может стать RepRap технология.
Есть уже проекты по разработке сотовых телефонов с открытым исходным кодом; Такс Телефон является хорошим примером .
В недавней статье, *Damsgaard. Др* оплакивал тот факт, что свободные беспроводные сети могут быть трагедией общества - все больше и больше людей используют свободные ресурсы, пока трафик не становится настолько забитым, что сеть становится бесполезной.
Тем не менее, существует устойчивое теоретико-игровое решение этой проблемы, которое они не описывают(я сомневаюсь, что я первый, кто понял это).
Рассмотрим беспроводную сеть, в которой каждый узел имеет следующие характеристики:
Узел ослабляет свой сигнал в пропорции от близости других его собеседников (как сотовые телефоны делают в данный момент);
Узел выступает в качестве концентратора и маршрутизатора для его соседей в своем собственном регионе; и узел экспериментально запрашивает любой новый узел, чтобы уточнить, что он соответствует характеристикам 1 и 2. Если новый узел этого не сделает, то его сигналы не ретранслируются.
Сеть узлов с этими характеристиками может расти практически неограниченно, а добавление новых узлов также добавляет полосу пропускания. И эгоистичные попытки вставить узлы, которые не действуют в качестве ретрансляторов, автоматически превращаются в бессмыслицу.
Результатом является состояние, в котором площадь пастбища растет с каждой овцой, которая идет пастись.
Любая сеть может быть создана таким образом, но очевидно, что сделать это можно с Wi-Fi интерфейсами, а где это возможно - в существующей проводной сети доступа в Интернет. Это может быть использовано как для компьютеров, так и просто для мобильного телефона, состоящего из микроконтроллера, Wi-Fi-карты, и некоторого программного обеспечения поверх Интернета. Очевидно, такой телефон может быть сделан частными лицами, оснащенными RepRap машиной с дизайном открытого исходного кода, распределенной в Интернете, и его широкое распространение будет означать значительное сокращение в бизнесе — если не конец вообще — для обычных телефонных компаний.
Некоторые новые запатентованные препараты стоят тысячи фунтов на пациента в год, а стоимость автоматизированных химических синтезаторов падает все время. Когда для пациента (или их страховых компаний) это дешевле, чем годовой запас лекарств, их путь становится очевидным – надо превратить химический синтезатор в робота наркотик-мейкера.
Напомним, что патентное законодательство позволяет людям делать запатентованные элементы без прибыли для личного пользования.

копицентр78.рф

Но автоматизированные синтезаторы являются по своей сути универсальными - они могут сделать много соединений, а не только одно. Природа человека, какая она есть, люди начнут экспериментировать, и будут обмениваться фармакологические идеями друг с другом с помощью групп пациентов и тому подобное. (Некоторые из экспериментаторов будут также непреднамеренно травиться, конечно.)
Очевидно, что персональное обладание развитой RepRap машиной позволит отдельному человеку сделать такой робот химический синтезатор, снова из открытых конструкций, распределенных по сети.
Это потенциально дает возможность сделать разработку лекарств и синтез совместным упражнением, таким же, как программное обеспечение с открытым исходным кодом, и позволит сократить большие фармакологические компании из процесса в целом. Это позволило бы либерализовать химическую обработку заболевания.
RepRap машина почти полностью разработана, и наполовину построена. Процесс понимания, как работать на ней прогрессирует, все исследователи выпускают все результаты для свободного доступа в Интернете, так что каждый может присоединиться. Стоимость целевых капитальных ресурсов, необходимых, чтобы сделать машину RepRap составляет € 300.
Успешная RepRap машина в симбиозе с людьми будет развиваться, и совершенствоваться искусственным отбором, как сельскохозяйственные и домашние организмы.
Если RepRap будет широко принят (как и со всеми научно-исследовательскими проектами, низкая вероятность), то это может оказать глубокое влияние на человека, богатство и экономику, полностью исключить некоторые отрасли и привести к возникновению новых отраслей. Более того, она может позволить преимущественно беднейшим людям в мире, чтобы они могли ступить на ступеньки лестницы производства.
Сейчас, по прошествии 9 лет с момента старта проекта RepRap, с уверенностью можно сказать, что он не только состоялся, но и стал общемировым явлением субкультуры. Ранее возникавшие субкультурные движения, такие как стиляги, битники, хиппи, мажоры, базировались на эмоционально - эстетической основе, имели ярко выраженный возрастной и протестный характер, предполагающий изменение существующего порядка вещей, и, самое главное, направленность развития этих субкультурных явлений внутрь себя (отрицательный вектор), что и привело к их быстрому, в течение одного поколения, коллапсу.
Движение RepRap изначально создавалось весьма умными людьми так, чтобы оно не противоречило существующим законам общества, не зависело от экономической поддержки власть имущих, и саморазвивалось путем коллективного накопления знаний, открытого обмена опытом и свободного присоединения новых участников, вне зависимости от их возрастной, религиозной и национальной принадлежности.
Такой положительный вектор развития вполне может привести к тому, что движение RepRap приобретёт свойства специфической ненасильственной контркультуры, способной изменить существующее устройство общества.
Конечно, как и в любом свободно развивающемся движении, в нём возникают различные течения, иногда отклоняющиеся от основного вектора, а также и паразитирующие структуры.
В качестве такого паразитирующего явления, можно рассматривать, например « Makerbot», пытающийся перевести проект в закрытую коммерческую версию.Что же даст Вам присоединение к открытому проекту RepRap?В первую очередь, это возможность быстрого и свободного самосовершенствования, а также свободного обмена идеями и консультациями по проекту. Во - вторых, свободу в материализации идей, независимость от сторонних исполнителей, сокращение времени и расходов на их реализацию, и ещё многое другое, что сразу даже не придёт в голову.

КОММЕНТАРИИ АВТОРА - ПРИМЕРЫ СВОБОДЫ

И так, основное, что может дать Вам технология RepRap – это личная свобода, хотя бы, в рамках творчества или бытовых удобств. Я не буду рассматривать примеры промышленного использования аддитивных технологий, эта сфера их использования уже интересов проекта RepRap. Доказать это можно только с помощью примеров, демонстрирующих на практике преимущества того, кто может пользоваться данной технологией.

компцентр78.рф

Например, вы имеете автомобиль *Тойота Авенсис,* и у вас сломалась (сломали) форсунку для омывателя.

Рис.1-6

Этот узел продается только в сборе у официального дилера и стоит порядка 9000 рублей. Обычно ломается или теряется одна такая пластмассовая форсунка. Умея рисовать файлы, Вы можете сделать такую деталь часа за 1,5 -2, и при этом не потратите время и деньги на заезды по автомагазинам. Аналогично решается проблема с различными защелками. Деталь на ВАЗ-2110. Заглушка для печки. Деталей полно в магазинах, пойдите и купите. Нет, оказывается, *есть вещи, которые изготавливаются различными заводами, в каких-то определенных сериях изготовлены, и больше не выпускаются.* То есть у человека остается один выбор – или сидеть в холоде или менять всю печку целиком.

Рис.1-7

Еще один пример – защелка на Газель, малюсенькая деталька от печки, себестоимость которой «две копейки». Сама печка стоит 9000 рублей. Это деталь, которая делается10минут. Диаметр детали не больше 1 см. Для руля различные вкладыши – практически расходники.
Можно сделать какие – то бытовые предметы, например, помогающие навести порядок на столе.

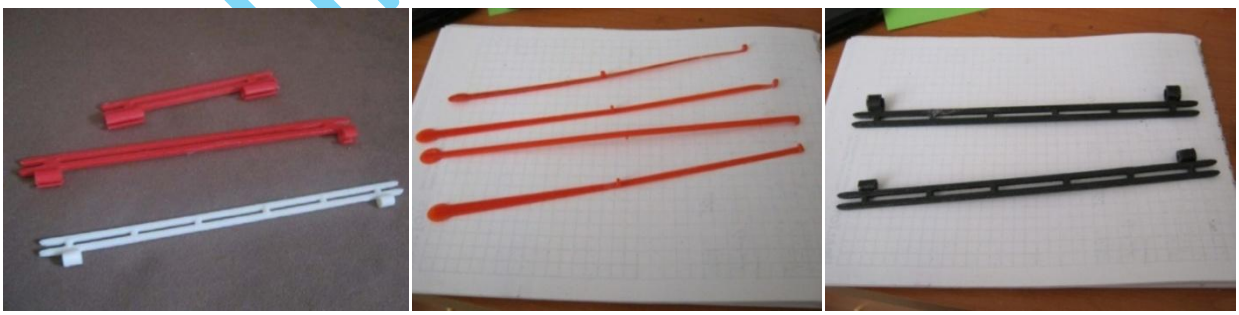

Рис.1-8

Если Вы, или кто-то из Ваших родственников увлекается рыбной ловлей, то вам известно, что всякий уважающий себя рыбак имеет «секретные» места, снасти и приспособления. Им постоянно нужно то, что не купить в магазине. Плюс, они сами что-то мастерят. На фото – мотовильца для удочек для ловли боковым кивком. Делается довольно быстро по готовой модели. Меняется размерность не сложно по готовой модели – удлинить или уменьшить легко. Смысл в том, что такие вещи не выпускаются, а делаются самодельными. Кивки используются тоже для рыбалки, их куча разных, и у нас есть преимущество – можем напечатать различной толщины, жесткости и прочее.

Следующая сфера хобби – различные модели машин, самолетов и т.д. Довольно большое количество людей этим занимается, при необходимости обращаются к нам.

Рис.1-9

Например, на фото рычаг управления для радиомодели машины, которая сломалась. Ее пытались клеить эпоксидкой, и деталь вновь отламывалась. В итоге была сделана заново на 3D-принтере. Изготовить модель не сложно – измеряем штангенциркулем.
На фото можно увидеть квадрокоптер, к которому нужны были детали. Их нашли на Thingeverse, печатали, и человек потом все это собирал. На фото – накладки на диски для Honda HRV и детальки крепления этих накладок.

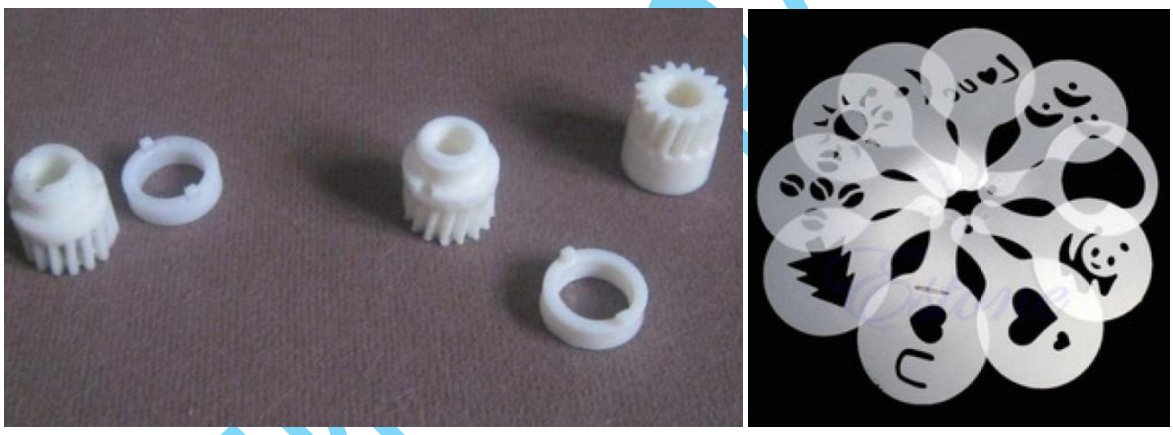

Рис.1-10

Если Вы занимаетесь разработкой нового изделия, его требуется проверить на собираемость. Для нового редуктора надо сделать шестерни и посмотреть, как они будут вставляться в корпус редуктора. Деталь небольшая, чтобы в дальнейшем заказывать ее в Китае для массового производства.
Даже на кухне можно использовать вещи, изготовленные с помощью 3D – принтера. Интересная вещь – маска (трафарет) для кофе. Когда в кафе или ресторанах варят кофе, сверху делают какой-либо рисунок или фирменный знак ресторана. Этим занимается бариста, который этому специально учится. Хороших бариста немного и их работа стоит дорого. Или можно сделать проще – взять трафарет из картона или пластика и насыпать корицу или шоколад сверху, чтобы появился рисунок. Маска может быть и с надписью, например, «с днем рожденья!». Можно сделать свои собственные формочки для печенья, или отлить фигурки из шоколада, да мало ли ещё что…
Ремонт для автомобилей мы уже обсуждали, но быстрее выходит из строя бытовая техника – ею пользуются все, а машиной – только ответственный человек.

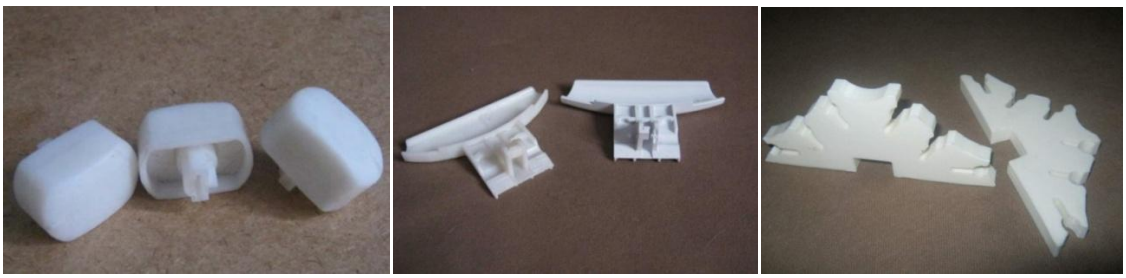

Рис.1-11

Ручки для бытовой техники – комплект ручек на плиту Ariston. Плита стоит порядка 20000-25000 рублей, одна из ручек сломалась, купить было невозможно.
Ещё одна часто ломающаяся вещь – ручки стиральных машин. Выход – покупать под заказ у ремонтников (а это дорого и зачастую долго ждать), либо изготовление на 3D-принтере.
Есть еще более простая вещь – в мясорубках используется как предохранитель пластиковая деталь, которая стыкует две оси от перегрузок. Она ломается в случае возникновения перегрузки – например, кость попадает. Заказывать ее и ждать долго/дорого, сама деталька небольшая – втулка с одним отверстием посередине с ослабленными с двух сторон выемками. Размер порядка 10х20мм. Новая деталь стоит в районе 1000 рублей.
Следующая сфера – экстремалы, велосипедисты, скейтбордисты и т.д. На велосипеде нужны крепления телефонов, разных мелочей. Впереди сезон сноубордистов, которым тоже нужны различные крепления и прочее.

Рис.1-12

Штучка на фото называется кивер – держатель для стрел. Проектирование модели по рисунку у меня заняло меньше часа – это несложно. Обращались арбалетчики, им было необходимо такое изготовить. Отдельная ниша – фурнитура для камер GoPro. В магазине крепления стоят неадекватных денег, а на Thingeverse этих моделей просто очень много.
Заказывать из-за границы люди пока умеют не все, ждать тоже не все готовы.
Отдельная тема – чехлы для телефонов. Ориентируемся, в первую очередь, на то, чтобы делать эксклюзивное с движущимися частями и наворотами.
Например, чехлы на айфон с шестеренками. Качество не сказать, что прямо изумительное получилось, но в магазинах не лучше.
Либо делаем чехлы на телефоны, которые не продаются массово. Эти телефоны из относительно бюджетной сферы, но люди ищут чехлы, но им это обычно не удается, т.к. в основном чехлы в магазинах лежат на популярные модели.

Следующее – макеты. В эту группу входят как макеты зданий, так и макеты различных деталей. Если Вы студенты различных строительных и машиностроительных учебных заведений, то Вам нужны данные макеты при написании курсовых и дипломов.

копия-78.рф

Рис.1-13

Примеры использования можно приводить бесконечно, всё зависит только от фантазии пользователя. Вы сами можете увидеть их в интернете на различных форумах или сайтах. Конечно, вы можете сделать детали для сборки нового 3D – принтера, большего размера, с несколькими экструдерами, с высокой скоростью печати, или наоборот – с повышенным качеством создаваемых изделий.

И последнее – не стоит забывать, что на небольших принтерах основная схема питается напряжением 12в, а принтер, работающий с материалом PLA, потребляет около 60Вт, меньше, чем лампочка ближнего света в фаре.

Это значит, что взяв с собой в дальнюю поездку по диким местам мозги, карманный компьютер и 3D – принтер Вы сможете выполнить оперативный ремонт, и вернуться назад!

копицентр